

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-052124

(43)Date of publication of application : 02.03.1993

(51)Int.Cl. F02C 9/28  
F02C 7/08  
G05D 7/06  
G05D 11/13  
G05D 23/00  
G05D 27/00

(21)Application number : 03-211166

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 22.08.1991

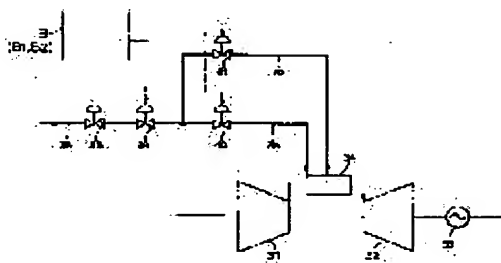
(72)Inventor : JIBIKI KOJI

## (54) GAS TURBINE CONTROL DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To smoothly and surely perform also transfer or the like to 1-stage combustion control from 2-stage combustion control by performing stable control so that a device can well follow up relating to also load shutdown or the like, in the case of the gas turbine control device for 2-stage combustion operation.

CONSTITUTION: A fuel control valve 39 for setting a supply amount of total gas fuel is provided in a position in the upstream from a branch point of a supply fuel pipe 35. Primary/secondary side fuel distributing valves 40, 41 for setting distribution ratio of supply fuel are respectively provided in primary/ secondary side supply fuel pipes 36, 37. A valve position control means B1 of outputting a gas turbine speed/load controlling valve position control signal to the fuel control valve 39 to set a total gas fuel supplying opening is provided. A distribution ratio control means B2 for outputting a distribution ratio setting signal to the primary/secondary side fuel distribution valves to set each valve opening, based on a low NOx relating data corresponding to the valve position control signal output from the valve position control means, is provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.08.1991

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2509022

[Date of registration] 16.04.1996

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-52124

(43)公開日 平成5年(1993)3月2日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 C 9/28	C	7910-3G		
7/08		7910-3G		
G 0 5 D 7/06	B	8811-3H		
11/13	D	7001-3H		
23/00	A	9132-3H		

審査請求 有 請求項の数 1(全 12 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-211166

(22)出願日 平成3年(1991)8月22日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 地曳 浩至

神奈川県横浜市鶴見区末広町2の4 株式  
会社東芝京浜事業所内

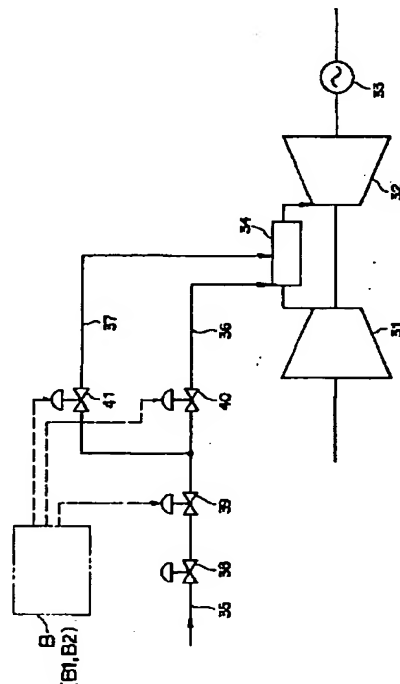
(74)代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

(54)【発明の名称】 ガスタービン制御装置

(57)【要約】

【目的】2段燃焼運転用のガスタービン制御装置において、安定な制御を行え、負荷遮断等に対してもよく追従でき、2段燃焼制御から1段燃焼制御への移行等も円滑かつ確実に行えるようにする。

【構成】燃料供給管35の分岐点よりも上流側の位置にトータルガス燃料供給量を設定する燃料制御弁39を設ける。一次側および二次側燃料供給管36、37に供給燃料の分配比率を設定する一次側および二次側燃料分配弁40、41をそれぞれ設ける。燃料制御弁39にガスタービンの速度・負荷制御用の弁位置制御信号を出力しトータルガス燃料供給用の開度を設定する弁位置制御手段B1を設ける。弁位置制御手段から出力される弁位置制御信号に対応する低NOx関係データに基づいて一次側および二次側燃料分配弁に分配比率設定信号を出力しその各弁開度を設定する分配比率制御手段B2を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガス燃料供給源から導かれた1本の燃料供給管を分岐し、分岐管の一方を一次側燃料供給管としてガスタービン燃焼器の最上流側に接続するとともに、分岐管の他方を二次側燃料供給管として前記燃焼器の最上流側よりも下流側に接続し、これら一次側および二次側燃料供給管から前記燃焼器に供給するガス燃料を排ガスのNOx量を低減させる分配比率に制御するガスタービン制御装置において、前記燃料供給管の分岐点よりも上流側の位置にトータルガス燃料供給量を設定する燃料制御弁を設けるとともに、前記一次側および二次側燃料供給管に供給燃料の分配比率を設定する一次側および二次側燃料分配弁をそれぞれ設け、前記燃料制御弁にガスタービンの速度・負荷制御用の弁位置制御信号を出力しトータルガス燃料供給用の開度を設定する弁位置制御手段と、この弁位置制御手段から出力される弁位置制御信号に対応する低NOx関係データに基づいて前記一次側および二次側燃料分配弁に分配比率設定信号を出力しその各弁開度を設定する分配比制御手段とを設けたことを特徴とするガスタービン制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、発電プラント等に適用されるガスタービンを2段燃焼により低NOx化制御するガスタービン制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、ガスタービン燃料として軽油、灯油等の液体燃料が多用されていたが、近年エネルギー資源の多角的活用等の観点から、気化した液化天然ガス(LNG)や液化プロパンガス(LPG)等を燃焼させて運転するガス燃料による運用が増大する傾向にある。このようなガス燃料燃焼式のガスタービンは、ガス輸送技術の進歩や、ガス燃料比率増大により各種エネルギー比率の均衡を図ろうとするエネルギー消費計画の対策等を繁榮して、今後さらに増加するものとみられる。

【0003】 一方、ガスタービンについては、効率的運用だけでなく、公害対策や環境対策等の社会的な要請も高まっており、特に窒素酸化物(NOx)の抑制が急務となっている。NOxの発生は、ガスタービン燃焼器内での局所的な燃焼も含めた燃焼温度の高化に起因することが知られており、これまでは燃焼器内に水噴射や蒸気噴射を行い、局所的な燃焼温度を低下させて低NOx化を図る手段がとられている。

【0004】 ただし、水噴射や蒸気噴射等の方法では、燃焼器内での平均温度としての燃焼温度が低下するため、燃焼効率が悪化し、ガスタービンの熱効率が低下する難点がある。

【0005】 そこで近年、水噴射や蒸気噴射に代り、ガスタービンの熱効率を維持しつつ低NOx化が図れる2段燃焼方式による技術が注目されている。2段燃焼方式

は、ガス燃料を燃焼器の入口のみでなく、後流側からも吹込むことにより、燃焼器内での燃料分布の均一化を図り、局所的な高温を防止して低NOx化を実現するもので、水噴射や蒸気噴射等のような燃焼温度の低下をきたすことなく、燃焼器内全体で可能な限り均一な高温を維持することができる。

【0006】 図5はこのような2段燃焼方式を適用したガスタービン発電システムにおけるガスタービン制御装置の従来例を示している。

【0007】 圧縮機1、ガスタービン2および発電機3が同軸上に配置されており、燃焼器4内で噴射される燃料が圧縮機1で圧縮した空気によって燃焼され、その燃焼ガスによってガスタービン2が回転駆動されるようになっている。このものにおいて、図示しないガス燃料供給源から導かれた1本の燃料供給管5が二手に分岐され、分岐管の一方が一次側燃料供給管6として燃焼器4の最上流側に接続されるとともに、分岐管の他方が二次側燃料供給管7として燃焼器4の最上流側よりも下流側に接続されている。

【0008】 燃料供給管5にはトータル流量計8および燃料止め弁9が設けられ、一次側燃料供給管6には一次側燃料制御弁10および一次側燃料流量計11が、また二次側燃料供給管7には二次側燃料制御弁12がそれぞれ設けられている。そして、制御装置Aから一次側燃料制御弁10および二次側燃料制御弁12に制御指令信号が出力され、これにより一次側燃料供給管6および二次側燃料供給管7からの燃焼器4への供給ガス燃料の分配比率が設定され、排ガスのNOx量を低減させるよう燃焼制御が行われる。

【0009】 図6はこのような燃料流量比率制御を行うための制御装置Aの構成を示している。この制御装置Aは、ガスタービン出力Pに対応する低NOx燃焼用の二次側燃料供給管7での燃料分配比 $m$ を求める関数発生器21と、一次側燃料供給管6での燃料分配比 $1-m$ を求める演算器22と、全ガス燃料供給量に対応する弁開度を設定する速度・負荷制御用の弁位置制御信号 $n$ を各分配比 $m$ 、 $1-m$ に乗算して二次側燃料制御弁12および一次側燃料制御弁10の開度を求める乗算器23、24と、実流量 $m'$ 、 $1-m'$ に基づいて前記分配比 $m$ 、 $1-m$ を補正する補正演算器25、26と、その補正值に基づいて乗算を行う乗算器27、28と、最小流量値 $S$ を受けて一次側燃料制御弁10の最小開度を設定する低値優先回路29とを有している。

【0010】 しかしてタービン運転時には、まず、ガスタービン2がこれと同軸的に配置されるモータなどの起動装置(図示せず)によって回動を開始され、圧縮機1によるガスタービン2内の空気パージが完了した時点で、燃料止め弁9および一次側燃料制御弁10が開となり、ガス燃料が燃焼器4の最上流部に供給されて着火される。

【0011】着火後、一定時間の暖機運転を経てガスタービン2が昇速され、定格回転数に到達後、電力系統との併入動作が行われ、負荷上昇を経て定格負荷に到達するまで、一次側燃料制御弁10により燃焼器4に流入するガス燃料が制御される。

【0012】ガスタービン2の着火、昇速、併入、負荷上昇および中間負荷運転に至るまで、ガス燃料流量の制御は一次側燃料制御弁10によって行われる。なお、ガスタービン2の各運転に要求される流量制御の範囲は非常に広く、着火および暖機運転時等のように低回転数、低流量域では一次側燃料制御弁10の開度が極めて微小で制御不安定となり易い。そこで制御不安定性を避けるため、燃料止め弁9にはその下流側燃料圧力がタービン回転数に対して比例するような制御機能を持たせ、これによりタービン低回転数時には一次側燃料制御弁10の上流側の圧力が低く保持されるように制御する一方で、一次側燃料制御弁10の開度を十分大きく設定することにより運転を可能とし、制御の不安定を避けるようになっている。

【0013】なお、ガスタービン2の着火時および暖機運転時には、一次側燃料制御弁10の弁開度が一定値信号によって制御され、その後の昇速、負荷上昇時には速度・負荷制御に必要な燃料流量が得られるように、図示しないガスタービン制御回路からの指令信号によって制御される。一次側燃料制御弁10には、着火その他のいかなる運転状態にあっても燃焼器4での吹き消えが起らないよう、低値優先回路29から一定値以上の最小開度信号等が設定される。

【0014】以上の如く、ガスタービン2の中間負荷までは速度・負荷制御が一次側燃料制御弁10によって行われるが、それ以後の高負荷運転から定格負荷までは、一次側および二次側燃料制御弁10、12の双方が使用される。すなわち、中間負荷以降は、ガスタービン2の速度・負荷制御が一次側燃料供給管6と二次側燃料供給管7とで燃料流量の比率を制御することにより行われる。

【0015】燃料流量を計測する手段として、一次側燃料供給管6においては、一次側流量計11が用いられ、二次側燃料供給管においては、  
(トータル流量計8の計測値) - (一次側流量計11での計測値)  
により、それぞれの系統の燃料流量が計測される。

【0016】ここで、ガスタービン2の負荷に対する燃料投入につき、図7(A)～(C)によって説明する。

【0017】ガスタービンの着火、定格回転数、無負荷および中間負荷までは、一次側燃料供給管6からの燃料供給のみで運転される。すなわち、二次側燃料制御弁12は全閉である。

【0018】ガスタービンの負荷上昇とともに図7(C)に示すようにNOx濃度も比例して増大してくるた

め、ガスタービン中間負荷の切替え点P1にて、一次側燃料制御弁10を絞り込むとともに二次側燃料弁12を開け、図7(B)に示すように一次側燃料流量比R1(1-m)を低減させるとともに、二次側燃料流量比R2(m)を増大させ、これにより図7(A)に示すように、一次側燃料流量N1を低減、二次側燃料流量N2を増大させる。

【0019】この操作により、燃焼器内での2段燃焼が達成され、図7(C)に示すように急激にNOx濃度を低減させることができる。この切替え点P1は、燃焼器4の特性および使用燃料により定まる点であり、NOxの発生量に応じてガスタービン2の中間負荷のいずれかの点として設定される。2段燃焼モードは、この各燃料制御弁10、12での燃料流量比を制御することにより、達成される。

【0020】なお、NOx発生量を最も抑制するための二次側燃料制御弁12への分配比率mは、これまでの運転データ、試験データ等により、図8に示すように、燃焼器4での燃焼温度Tに対して一義的に定まることが知られている。但し、実際には、千数百度に達するガスタービン2の燃焼温度Tを計測できるセンサは存在しないため、正確な燃焼温度Tを知るためには、ガスタービン2の排ガス温度、圧縮機出口圧力等から算出する必要がある。

【0021】そこで、燃焼温度Tがガスタービン2の出力Pに略比例することを用いて、図6に示すように、ガスタービン2の出力Pに対する二次側燃料制御弁12の分配比mを関数発生器21で求める。

【0022】この分配比率設定信号mは、乗算器23にてガスタービン2の速度および負荷制御を行うための弁位置制御信号nと乗算され、各燃料制御弁10、12での分配比が定まる。すなわち、一次側燃料制御弁10にあつては、 $n \times (1-m)$ が、二次側燃料制御弁12にあつては $n \times m$ が乗算される。よって、一次側および二次側燃料制御弁10、12のトータルとしては常に本来の弁位置制御信号nにより制御される。

【0023】次に、各燃料流量計9、11にて検出された流量N1、N2により算出した実流量比 $m'$ 、 $1-m'$ が、流量比のフィードバック信号として補正演算器25、26に入力される。すなわち、ここまでは  
$$m' = N_2 / N = (N - N_1) / N$$
  
の関係が成り立つ。

【0024】補正演算器25、26の機能は、各燃料制御弁10、12での流量比設定(mおよび $1-m$ )と、実流量比( $m'$ および $1-m'$ )との補正を行うためのもので、補正演算器25においては、 $(1-m)/(1-m')$ を演算させ、先の弁位置制御信号 $n \times (1-m)$ に乗算器27にて乗算させることにより、先の弁の制御信号 $n \times (1-m)$ に補正を加えるものである。

【0025】補正演算器26においても同様に $m/m'$

を演算させ、先の弁位置制御信号 $n \times m$ に乗算器28にて乗算させることにより、弁位置制御信号 $n \times m$ に補正を加えるものである。

【0026】なお、一次側燃料制御弁10においては、負荷遮断時等を含め、いかなる場合でも吹き消えを防止するための最小信号Sが低値優先回路29より入力される。

【0027】以上のように従来例においては、各燃料制御弁10、12により、ガスタービン2の速度・負荷制御を行うとともに、燃焼器4の一次側および二次側への流量比分配制御を行っている。

【0028】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述した従来技術においては種々の問題がある。すなわち、図6において、補正演算器25、26により実流量比による補正を実施しているが、実流量は、図5に示したように、流量計9、11により計測される。この流量計としては一般にオリフィス等の絞り機構が用いられるが、流れが安定するまでに、数秒〜数十秒と、かなりの時間を必要とする。このため、補正演算器25、26への補正信号 $1 - m'$ 、 $m'$ 共に主に周期的な変動を繰返すことになり、これに起因して各燃料制御弁10、12の開度も周期的に変動してしまう。

【0029】これにより、ガスタービン2の速度および負荷も変動を繰返すことになり、結局は、ガスタービン2の速度および負荷に基づいて決定される燃料制御弁分配比および燃料制御弁弁位置制御信号も変動してしまう。すなわち、燃料分配比の設定値およびフィードバック値双方が変動を繰返すことになり、安定した分配比制御が行われない。この場合には、燃焼器4に負荷を与え、燃焼器4の寿命を縮めるのみならず、場合によっては燃焼器4内での燃焼振動を引起すことにより、ガスタービン2の運転の続行が不可能になる等の問題点が生じ得る。

【0030】さらに、負荷遮断等の場合には、瞬間的に燃料を一次側に切替える必要がある。すなわち、一次側燃料制御弁10を急開し、二次側燃料制御弁12を急閉する。ここで、分配比設定は図7に示すように、ガスタービン出力実(負荷)Pにより設定されるが、これも必ずある程度の時間遅れが生じる。これにより、負荷遮断直後の発生NOx量が急増するのみでなく、場合によっては、一次側流量制御弁10の急開動作遅れに起因して、ガスタービン2が吹き消えを起こす可能性を有する。

【0031】本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、2段燃焼運転においても、安定な制御を行うことができるとともに、負荷遮断等に対してもよく追従でき、2段燃焼制御から1段燃焼制御への移行等も円滑かつ確実に行えるガスタービン制御装置を提供することを目的とする。

【0032】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の目的を達成するために、ガス燃料供給源から導かれた1本の燃料供給管を分岐し、分岐管の一方を一次側燃料供給管としてガスタービン燃焼器の最上流側に接続するとともに、分岐管の他方を二次側燃料供給管として前記燃焼器の最上流側よりも下流側に接続し、これら一次側および二次側燃料供給管から前記燃焼器に供給するガス燃料を排ガスのNOx量を低減させる分配比率に制御するガスタービン制御装置において、前記燃料供給管の分岐点よりも上流側の位置にトータルガス燃料供給量を設定する燃料制御弁を設けるとともに、前記一次側および二次側燃料供給管に供給燃料の分配比率を設定する一次側および二次側燃料分配弁をそれぞれ設け、前記燃料制御弁にガスタービンの速度・負荷制御用の弁位置制御信号を出力しトータルガス燃料供給用の開度を設定する弁位置制御手段と、この弁位置制御手段から出力される弁位置制御信号に対応する低NOx関係データに基づいて前記一次側および二次側燃料分配弁に分配比率設定信号を出力しその各弁開度を設定する分配比制御手段とを設けたことを特徴とする。

【0033】

【作用】本発明によると、ガスタービンの速度・負荷制御機能を有する弁と、燃料を分配する弁とを互いに独立させ、燃料制御弁にはガスタービンの速度・負荷制御機能を持たせる一方、一次側および二次側燃料分配弁には2段燃焼器の燃料分配機能を持たせるようにしたので、従来生じていたような問題が解決され、安定な2段燃焼制御が行なわれるようになる。

【0034】すなわち、各燃料分配弁への分配比設定信号は、弁位置制御信号のみにより行われるため、従来のような燃料流量計からのフィードバックの遅れによる外乱等が避けられる。

【0035】しかも分配比設定信号は弁制御信号と略比例するものであるから、最適な低NOx燃焼を行なわせることができる。

【0036】また、負荷遮断等に対しても、急減する弁位置制御信号に合わせて各燃料分配弁の切替えが行われるため、各燃料分配弁の急速な応答が期待でき、ガスタービンの吹き消え等が生じることなく、確実な制御が行える。

【0037】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図1および図2を参照して説明する。

【0038】図1に示すように、圧縮機31、ガスタービン32および発電機33が同軸上に配置されており、燃焼器34内で噴射される燃料が圧縮機31で圧縮した空気によって燃焼され、その燃焼ガスによってガスタービン32が回転駆動されるようになっている。

【0039】また、ガス燃料供給源から導かれた1本の燃料供給管35が二手に分岐され、分岐管の一方が一次

側燃料供給管36としてガスタービン燃焼器34の最上流側に接続されるとともに、分岐管の他方が二次側燃料供給管37として燃焼器34の最上流側よりも下流側に接続されている。

【0040】このものにおいて、本実施例では燃料供給管35の分岐点よりも上流側の位置に、燃料止め弁38と、トータルガス燃料供給量を設定する燃料制御弁39が設けられている。また、一次側燃料供給管36および二次側燃料供給管37に、供給燃料の分配比率を設定する一次側燃料分配弁40および二次側燃料分配弁41がそれぞれ設けられている。なお、従来技術で用いられていた燃料流量計は設けられていない。

【0041】そして、燃料制御弁39にガスタービンの速度・負荷制御用の弁位置制御信号を出力しトータルガス燃料供給用の開度を設定する弁位置制御手段B1と、この弁位置制御手段から出力される弁位置制御信号に対応する低NOx関係データに基づいて一次側および二次側燃料分配弁40、41に分配比率設定信号を出力しその各弁開度を設定する分配比制御手段B2とからなる制御装置Bが設けられている。

【0042】制御装置Bは図2に示すように、関数発生器42および演算器43を有する構成となっている。そして、この制御装置Bにガスタービンの速度・負荷制御を行うための燃料制御弁弁位置制御信号（以下、単に弁位置制御信号と呼ぶ） $n$ が入力され、燃料制御弁39は、この弁位置制御信号 $n$ によって制御されるようになっている。

【0043】また、弁位置制御信号 $n$ は関数発生器42に入力される。この弁位置制御信号 $n$ は、ガスタービン32の負荷に比例または線形的な関係を有することから（図8参照）、予め求めた関係データに基づき、弁位置制御信号 $n$ から燃料分配比が決定される。

【0044】そして、関数発生器42から二次側燃料分配弁41に分配比率 $m$ の信号が出力されるとともに、演算器43で $1-m$ の分配比率が演算され、一次側燃料分配弁40に演算器43から分配比率 $1-m$ の信号が出力される。

【0045】しかして燃焼器34での着火、ガスタービン32の速度制御および併入を経て、負荷制御に至までは、ガスタービン32が燃料制御弁39への弁位置制御信号 $n$ により制御される。

【0046】ガスタービン32の負荷が上昇し始めてから中間負荷に至るまでは、関数発生器42から弁位置制御信号 $n$ に基づく二次側燃料分配弁41への分配比として「0」が出力されるため、一次側燃料分配弁40は全開、二次側燃料分配弁41は全閉で運転が行われる。

【0047】予め設定した弁位置制御信号値に到達すると、関数発生器42からの出力信号によって二次側燃料制御弁41が制御され、2段燃焼となる。この2段燃焼によって低NOx運転が実現され、その作用は従来例の場

合同様であるから、その説明は省略するが、本実施例では、ガスタービン32の速度・負荷制御機能を有する燃料制御弁39と、ガス燃料を分配する一次側燃料分配弁40および二次側燃料分配弁41弁とを互いに独立させたので、燃料制御弁39にはガスタービン32の速度・負荷制御機能を持たせる一方、一次側および二次側燃料分配弁40、41には燃焼器34の燃料分配機能を持たせることにより、従来生じていたような問題が解決され、安定な2段燃焼制御が行なわれるようになる。

【0048】すなわち、各燃料分配弁40、41への分配比設定信号は、弁位置制御信号 $n$ に基づいて行われ、従来のような燃料流量計を用いないので、フィードバックの遅れ等による外乱等が避けられる。

【0049】しかも、分配比設定信号は弁制御信号と略比例するものであるから、最適な低NOx燃焼を行なわせることができる。

【0050】なお、負荷遮断等が発生した場合には、弁位置制御信号 $n$ が急減するために、一次側燃料分配弁40は急開し、二次側燃料分配弁41は急閉する。すなわち、通常の2段階燃焼運転時および負荷遮断時等含めて、一次側、二次側燃料分配弁40、41のトータル開度は一定開度になるように保持され、かつ一次側燃料分配弁40と二次側燃料分配弁41との開閉動作が必ず逆（一方が開動作なら他方が閉動作）となる。

【0051】以上の実施例によれば、各燃料分配弁40、41への分配比設定信号は弁位置制御信号 $n$ のみにより行われるため外乱なく行われ、また弁制御信号 $n$ と略比例するため、最適な低NOx燃焼が行なわれ、しかも負荷遮断等にあっても、急減する弁位置制御信号に合わせて各燃料分配弁の切替えが行われるため、各分配弁40、41の急速な応答が期待でき、ガスタービン32に吹き消え等のない確実な制御が行える。

【0052】図3は他の実施例を示している。

【0053】本実施例は各燃料分配弁40、41の各分配比における流量係数の補正を行うことを可能とし、かつ手動設定にても補正を可能としている。

【0054】すなわち、図2に示すように、制御装置Bは、関数発生器42と演算器43との間に、一次側燃料分配弁補正用関数発生器44、二次側燃料分配弁補正用関数発生器45、加算器46、補正係数演算回路47、手動設定器48、切替器49および乗算器50を備えている。

【0055】運転時には、関数発生器42からの分配比設定信号 $m$ が一次側燃料分配弁補正用関数発生器44および二次側燃料分配弁補正用関数発生器45に入力され、その分配比における一次側燃料分配弁40の流量係数 $c$ と、二次側燃料分配弁41の流量係数 $c'$ とが求められる。これら両出力値が加算器46で加算され、これにより、分配弁40、41のトータルの流量係数が求められる。

【0056】次に、補正係数演算回路47によって実際の各分配弁40, 41の流量係数に基づく補正が行われる。この補正係数が乗算器50で乗算され、二次側燃料分配弁41の分配比を補正することができる。すなわち、このような回路構成により、各燃料分配弁40, 41のストローク比のみによる分配に、実流量係数比での補正を加えることができ、分配比の精度向上が図れるものである。

【0057】したがって、本実施例によれば、より低NOx化を目指した(図6の制御カーブに近づく)制御が可能となる。

【0058】また、本実施例では図3に示すように、切替器49の操作によって乗算器50への入力信号を手動設定器48側に切替えることができるので、自動的な流量係数による補正の他に、手動による実際運転に即した分配比設定が行える。

【0059】図4はさらに他の実施例を示している。

【0060】本実施例は、各燃料分配弁40, 41への出力信号を個別に補正するようにしたもので、二次側燃料分配弁41に対して二次側燃料分配弁補正用関数発生器51、二次側補正係数演算回路52および乗算器53が、また一次側燃料分配弁40に対して一次側燃料分配弁補正用関数発生器54、一次側補正係数演算回路55および乗算器56がそれぞれ設けられている。

【0061】しかして、前記各実施例では2台の燃料分配弁40, 41のトータルストロークが常に一定値になるように制御されるのに対し、本実施例においては、トータルストロークが、各燃料分配弁40, 41の流量係数に応じて補正可能となる。

【0062】すなわち、本実施例によれば、各燃料分配弁40, 41のトータルストロークを抑えずに、必要な弁ストロークとなるように、補正が行われるので、図3の実施例以上に精密な制御を行うことができる。

【0063】なお、以上の実施例においては、ガスタービンとして単純型のガスタービンシステムを例として説明したが、本発明は例えばガスタービンと蒸気タービンを組合わせたコンバインドサイクルのガスタービンシステムについても前記同様に適用できるものである。この場合には、ガスタービンの昇速途中の一定回転数にお

いて、排熱回収ボイラの暖機が完了するまで、軸の回転数を保持する等の操作が加えられる。

【0064】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、ガスタービンの速度・負荷制御機能を有する弁と、燃料を分配する弁とを互いに独立させたので、燃料制御弁にはガスタービンの速度・負荷制御機能を持たせる一方、一次側および二次側燃料分配弁には2段燃焼器の燃料分配機能を持たせることにより、安定な2段燃焼制御が行なえ、従来のような燃料流量計からのフィードバックの遅れによる外乱等が避けられるとともに、分配比設定信号は弁制御信号と略比例するものであるから、最適な低NOx燃焼を行なわせることができ、しかも負荷遮断等に対しても、急減する弁位置制御信号に合わせて各燃料分配弁の切替えが行われるため、各燃料分配弁の急速な応答ができ、ガスタービンの吹き消え等が生じることなく、確実な制御が行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す系統図。

【図2】同実施例の制御装置を示す回路図。

【図3】本発明の他の実施例を示す回路図。

【図4】本発明のさらに他の実施例を示す回路図。

【図5】従来例を示す系統図。

【図6】図5の制御装置を示す図。

【図7】(A)はガスタービンの燃焼温度に対する各系統での燃料流量を示す図、(B)は各系統での燃料流量比を示す図、(C)はNOx発生量を示す図。

【図8】ガスタービン出力に対する燃料流量比を示す図。

【符号の説明】

34 燃焼器

35 燃料供給管

36 一次側燃料供給管

37 二次側燃料供給管

39 燃料制御弁

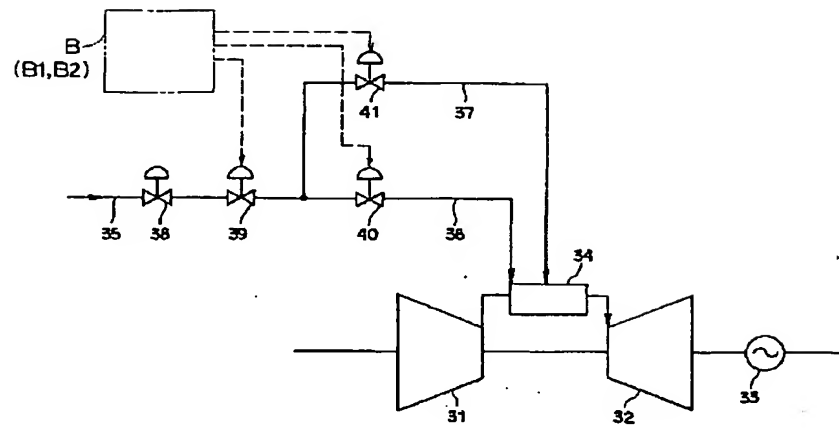
40 一次側燃料分配弁

41 二次側燃料分配弁

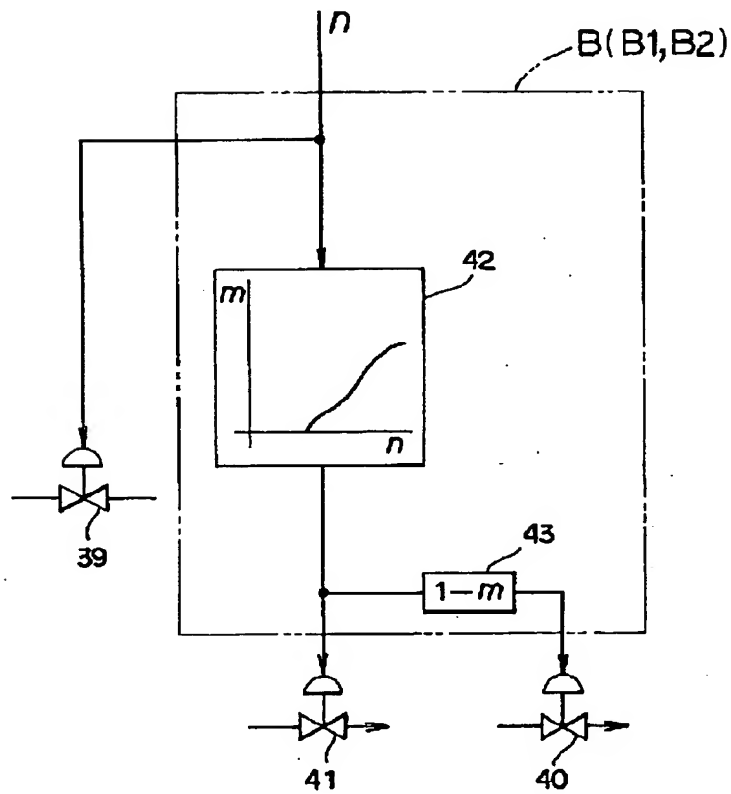
B (B1, B2) 制御装置(弁位置制御手段、分配比制御手段)



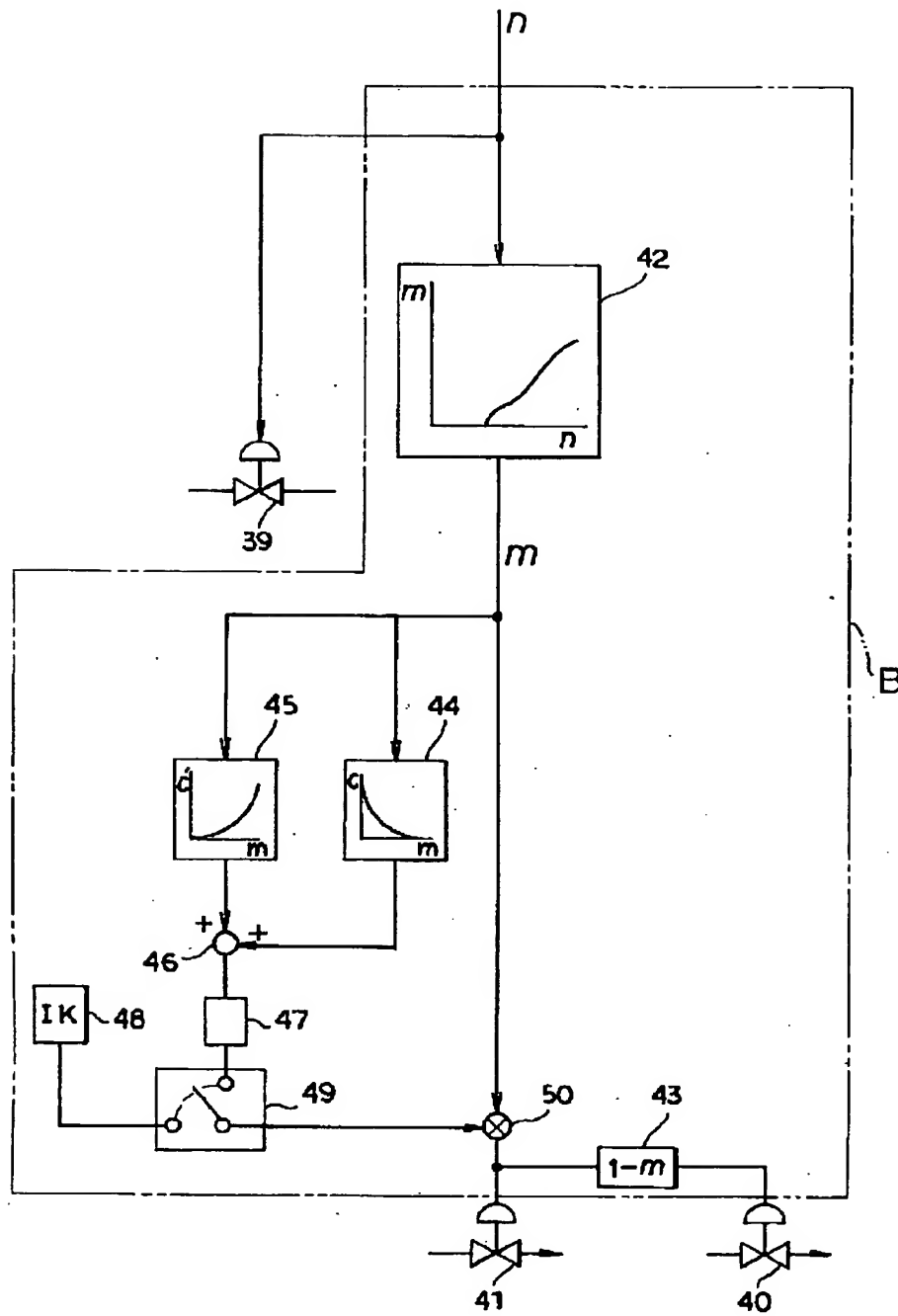
【図1】



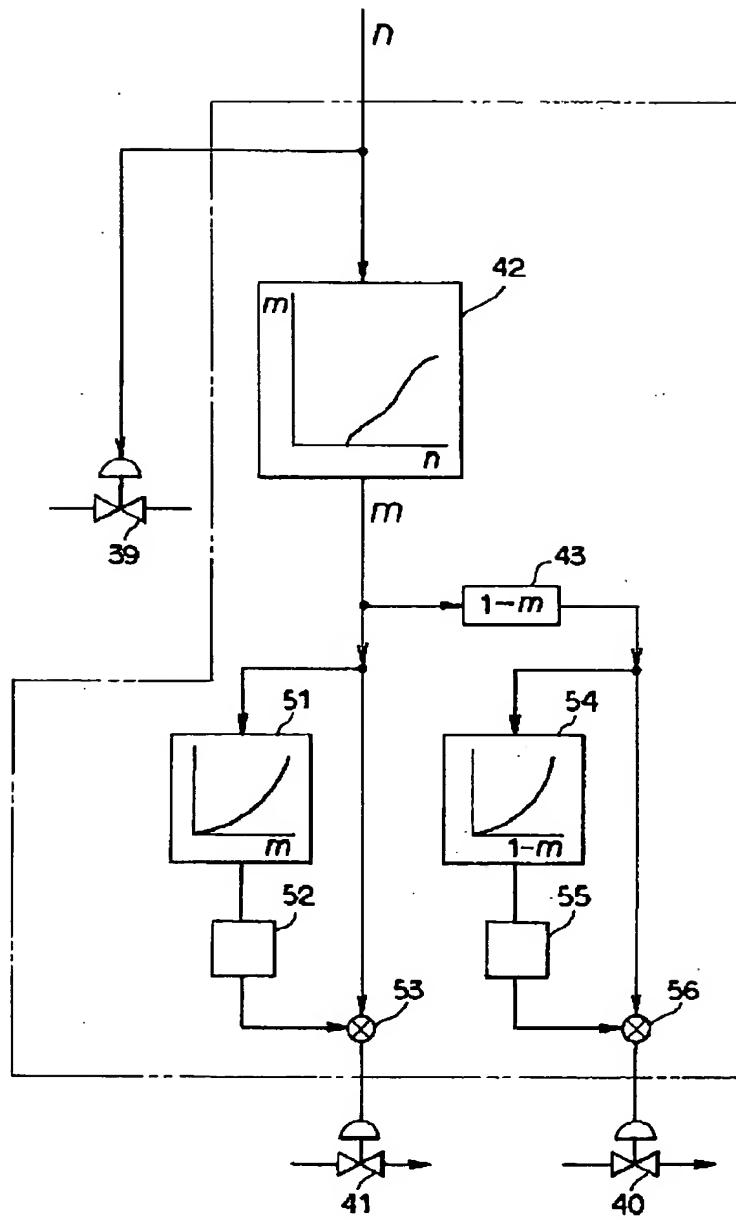
【図2】



【図3】



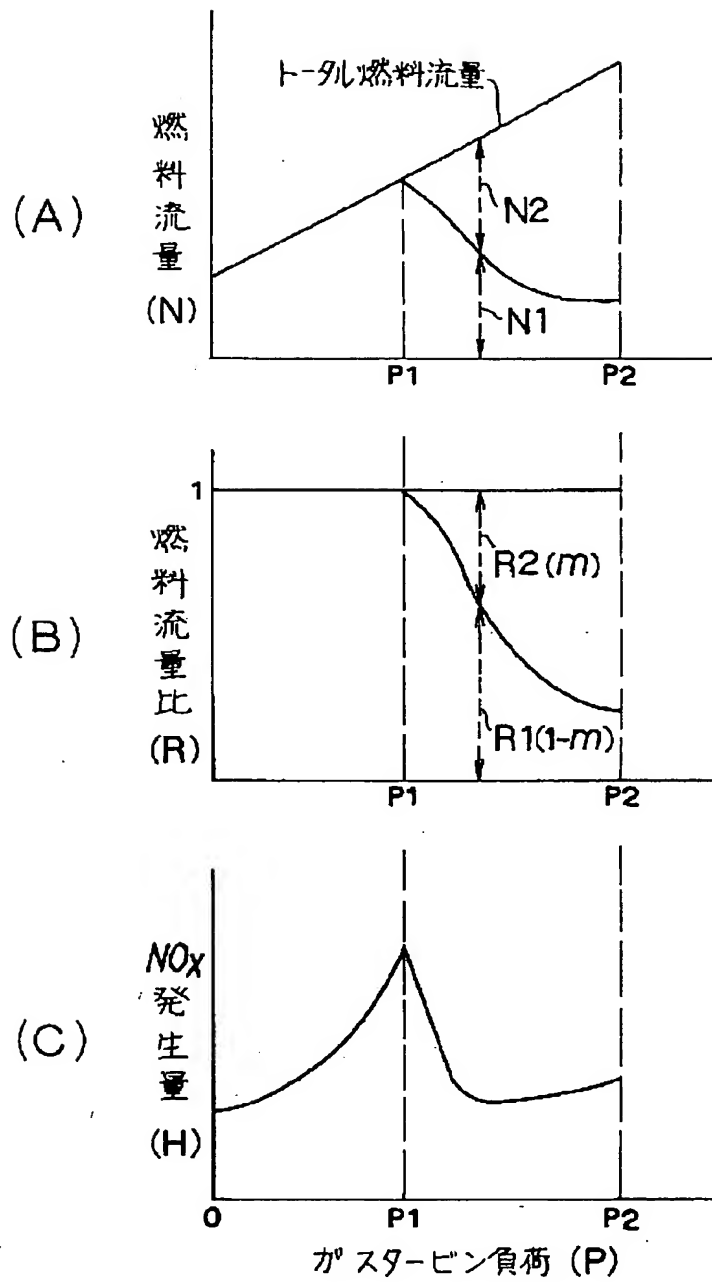
【図4】



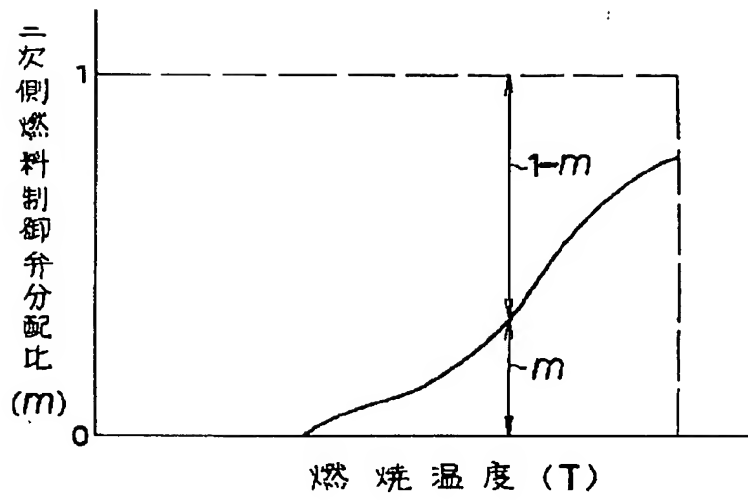
The diagram, labeled A, illustrates a control system for a gas turbine engine. It features a feedback loop with the following components and signal paths:

- Input:** A pressure signal  $p$  enters a block labeled 21, which contains a graph of mass flow  $m$  versus pressure  $p$ .
- Mass Flow Measurement:** The output of block 21 is the mass flow  $m$ , which is measured by a sensor 24.
- Control Logic:**
  - The measured mass flow  $m$  is compared with a reference value  $1-m$  in a summing junction 23.
  - The resulting error signal is processed by a controller block 22.
  - The output of block 22 is compared with a reference value  $1-m'$  in another summing junction 25.
  - The output of block 25 is processed by a controller block 26.
- Actuator and Output:**
  - The output of block 26 is compared with a reference value  $m'$  in a third summing junction 28.
  - The output of block 28 is the actuator signal  $S$ , which is sent to a valve 29.
  - The valve 29 controls the fuel flow to the engine, which is represented by a combustion chamber 10.
  - The combustion chamber 10 is also controlled by a valve 12, which receives a signal from a sensor 12.
- Engine Output:** The engine output is the mass flow  $n$ , which is fed back to the summing junction 23.

【図7】



【図8】



フロント ページの続き

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 5 D 27/00

Z 7314-3H